

〔論文〕

アロマテラピーに関する研究 第二報 重要な精油10種類の成分と作用について

姚 群

1. 緒言

植物が花を咲かせて甘い香りを漂わせ、それに引きつけられてやってきた昆虫に蜜を提供する代わりに受粉を手伝ってもらふ。植物と虫との間には、そのような持ちつ持たれつの良好な関係はむしろまれなケースであり、植物から見れば、進化の過程は天敵である虫との闘争の歴史である。植物は生存競争を勝ち抜いていくための非常に重要な道具として、精油を体内に生産し、その香り成分の持つ作用を様々な形で利用しているようである。精油の中には抗菌、抗ウイルスや抗カビなどの働きをもつ物質が数多くあるが、これは植物自身が有害な菌やカビに侵されるのを防いでいると考えられている。

精油に含まれるほとんどの化合物はモノテルペン、セスキテルペン、ジテルペンというテルペン系化合物である。ゲラニオールやシトロネラル、シトラールなどの私たちにとってはいい香りに感じるモノテルペン類が昆虫にとってはいやな香りらしく、忌避効果を示すことはよく知られている。実際に古くからこれらの化合物を含むゼラニウムやシトロネラル、レモングラス、ユーカリなどの植物が虫除けとして使われてきた。フランスのアルザス地方の家々にほとんどの窓が赤やピンクのゼラニウムで飾られていた。これは厄除けのおまじないと同時に虫除けという実用性も兼ねている。また、これらの化合物の主成分として多く含むバラの精油は「精油の女王」と言われた。中世ヨーロッパでは肌を若く保つために利用された。

モノテルペン炭化水素類の α -ピネンは、マツ、ヒノキやスギなど多くの針葉樹に含まれ、特有の香りを持ち、香料や医薬品の原料として広く使用されている。リモネンはレモンやミカンなどの柑橘類の果皮に含まれる芳香成分で、 α -ピネンと同様の樹木にも含まれ、こちらも香料や医薬品の原料となっている^{1~2)}。 α -ピネンやリモネンを多く含むフランキンセンスは中東、北アフリカ原産の低木である。精油は樹脂を蒸留して得られる。この樹脂は古代エジプトから神に捧げる薫香として寺院や祭壇で焚かれ、高価で貴重なものとされてきた。キリス

トが生誕したとき、東方から3人の賢者が現れ、黄金、没薬、乳香を捧げたエピソードはとてもよく知られている。古代エジプトでは薬や化粧品としても使用されていた。リモネンが大部分含まれるベルガモットはミカン科の常緑樹の柑橘系植物で、イタリア原産で主に地中海沿岸地域で栽培されている。その果実は生食や果汁飲料には使用されず、精油を採取し香料として使用される。紅茶のアールグレイはベルガモットで着香した紅茶である。フレッシュな香りをもつためオーデコロンを中心に香水にも使用されている。

植物の精油中に含まれるセスキテルペンはアロマセラピーでは重要な物質である。 β -カリオフィレンはイランイラン、フランキンセンスやマージョラムの精油に含まれる香り成分としてアロマセラピーにも利用されており、更年期障害やマタニティーブルー、PMSとよばれる月経前症候群などホルモンのバランスに関係がある症状に効果があるとされている。特に更年期症状に効果がある骨粗しょう症などの予防で注目をされている。最新の研究で β -カリオフィレンには痛みや炎症、アテローム性動脈硬化症、骨粗しょう症などの治療にも非常に効果的な事がわかってきた³⁾。

精油の化学成分は自己防衛手段の一つとして植物が備えていると考えられている。化合物の構造と抗菌作用の関係を究明するために、本研究は、古くから香水などに利用される花、木材、樹脂から抽出された重要な10種類の精油を用いて、化学的組成を調べ、Adams⁴⁾のデータベースを用いて同定を行った結果、多数の化合物を確認した。これらの結果は文献値とよく一致した。以下、これらの実験方法及び実験結果を報告すると共に確認された精油成分の作用特性について若干の考察も行ったので併せて報告する。

2. 実験材料および実験方法

i) 実験材料

精油 *Anthemis nobilis*、*Salvia sclarea*、*Citrus paradisi*、*Santalum album*、*Origanum majorana*、*Citrus aurantium*、*Boswellia carterii*、*Citrus bergamia*、*Cymbopogon citratus*、*Rosa damascena* は株式会社生活の木 の市販品を供試した。

ii) 標準試料および試薬

(Z)-3-hexen-1-olは和光純薬工業株式会社より、*d*-limonene、(\pm)-linaloolは片山化学工業株式会社より、geraniolは関東化学株式会社より、 β -caryophylleneは東京化成工業株式会社より、*n*-pentaneはシグマ アルドルッチ ジャパン株式会社の市販品を使用した。

iii) ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC-MS)

それぞれの精油を*n*-pentaneに溶解し、100ppmの濃度にしてGC-MSで測定した。

iv) GC-MSの測定条件

GC : Agilent Technologies 6890 N Network GC System

MS : JMS-GC mate II/B GC-MS SYSTEM

カラム : Zebron ZB-5MS phenomenex 長さ30m、内径0.25mm、液相の厚さ0.25 μ m

昇温条件 : 60 $^{\circ}$ C 1分保持 ; 60 $^{\circ}$ C \rightarrow 180 $^{\circ}$ C (1分当たり3 $^{\circ}$ C上昇)

180 $^{\circ}$ C 10分保持

キャリアガス流速 : 1.0ml/min

インジェクション温度 : 225 $^{\circ}$ C

スプリットレス導入 : 60s

測定範囲 : m/z 50 \sim 350

スキャン速度 : 1 s/scan

設定分解能 : 500

キャリアガス : 超高純度ヘリウム

イオン化法 : EI (70eV)

v) 標準試料を用いた保持時間の補正方法

本研究におけるGC-MS測定の結果と同定に用いたデータベースでは、用いたキャピラリーカラムの違いなどにより保持時間が異なっていたため、保持時間の補正を行った。補正には(Z)-3-hexen-1-ol、*d*-limonene、linalool、geraniol、 β -caryophylleneを標準試料として用いた。標準試料の10 μ g mL⁻¹ *n*-pentane溶液をそれぞれに溶解し、10ppmの濃度にしてGC-MSによって上記の条件で検出を行った。

標準試料の実測保持時間に対してデータベース上の保持時間をプロットして、Microsoft Excel 2007の多項式近似による回帰曲線を作成した。この回帰曲線を用いて試料中のピークの保持時間を補正して、データベース上の保持時間との比較を行った。

3. 実験結果

実験結果はFig.1 \sim Fig.10およびTable.1 \sim Table.10に示した通りである。以下10種類の精油について詳細に検討した。

検討した精油は次の10種類である。

- i) カモミール・ローマン *Anthemis nobilis*
- ii) クラリセージ *Salvia sclarea*
- iii) グレープフルーツ *Citrus paradisi*
- iv) サンドルウッド *Santalum album*
- v) スイートマージョラム *Origanum majorana*
- vi) ネロリ *Citrus aurantium*
- vii) フランキンセンス *Boswellia carterii*

- viii) ベルガモット *Citrus bergamia*
- ix) レモングラス *Cymbopogon citratus*
- x) ローズオットー *Rosa damascena*

Fig.1は精油カモミール・ローマン *Anthemis nobilis*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene(2)、cymene(3)、limonene(4)、モノテルペンアルコール類として*trans*-pinocarveol(8)、アルデヒド類はmyrtenal(13)が検出された。また、ケトン類はpinocarvone(11)、*cis*-pinocamphone(12)、エステル類はisobutyl isobutyrate(1)、isobutyl angelate(5)、methyl cyclohexylcarboxylate(6)、butyl angelate(7)、isoamyl angelate(9)およびisoamyl tiglate(10)が検出された。

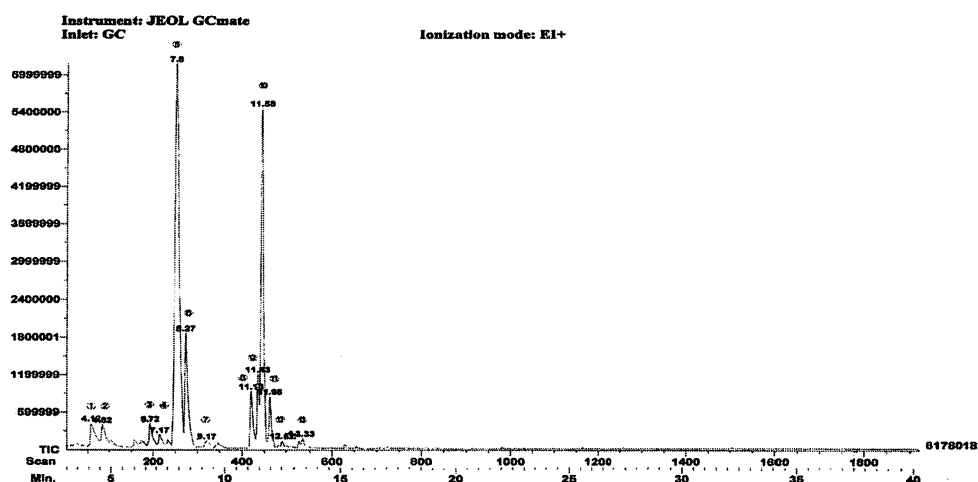


Fig.1. 精油カモミール・ローマン *Anthemis nobilis*のGC-MSクロマトグラム
[isobutyl isobutyrate(1)、 α -pinene(2)、cymene(3)、limonene(4)、isobutyl angelate(5)、methyl cyclohexylcarboxylate(6)、butyl angelate(7)、*trans*-pinocarveol(8)、isoamyl angelate(9)、isoamyl tiglate(10)、pinocarvone(11)、*cis*-pinocamphone(12)、and myrtenal(13).]

Table.1は精油カモミール・ローマン *Anthemis nobilis*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はisobutyl angelate 33.42%、isoamyl tiglate 29.55%、methyl cyclohexylcarboxylate 10.10%、isoamyl angelate 6.56%であった。また、*trans*-pinocarveol 5.06%、pinocarvone 4.60%、isobutyl isobutyrate 2.30%、cymene 2.27%、 α -pinene 2.17%、limonene 1.13%、myrtenal 1%、butyl angelate 0.79% および*cis*-pinocamphone 0.80%が検出された。

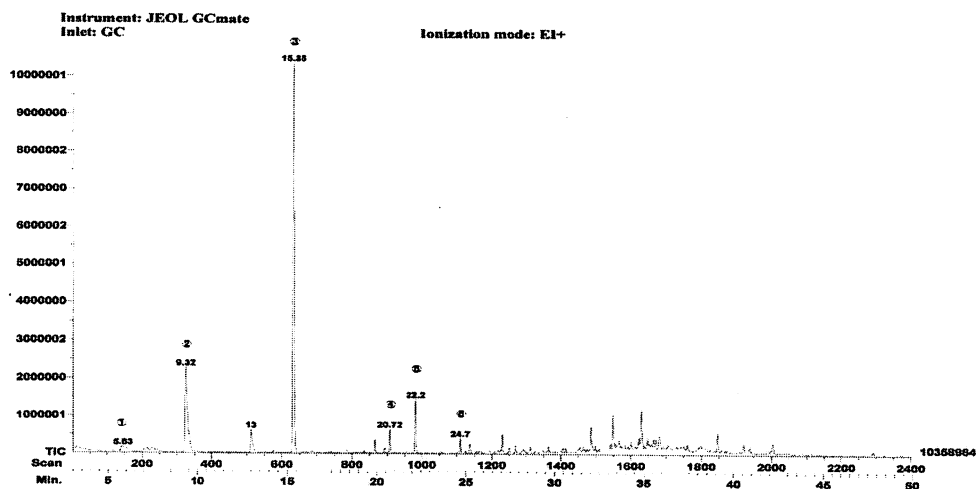
エステル類芳香成分isobutyl angelate（アングリカ酸イソブチル）がカモミール・ローマンの特徴成分である。アングリカ酸エステル類には鎮痙・鎮静・抗炎症作用などの働きがあり、気持ちを穏やかにし、心身のバランスをとる、特に繊細で過敏な人に適している。カモミール・ローマン精油は薬草としては、胃腸を健康に保つことや消炎剤、婦人病などに用いられてきた。全身のリラックス、安静効果がみられている。

Table 1. 精油カモミール・ローマン *Anthemis nobilis* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
isobutyl isobutyrate (1)	4.12	5.25	5.18	2.30
α -pinene (2)	4.62	5.81	5.85	2.17
cymene (3)	6.72	8.15	8.53	2.27
limonene (4)	7.17	8.65	8.69	1.13
isobutyl angelate (5)	7.80	9.35	9.45	33.42
methyl cyclohexylcarboxylate (6)	8.27	9.87	9.84	10.10
butyl angelate (7)	9.17	10.80	10.94	0.79
<i>trans</i> -pinocarveol (8)	11.13	13.02	12.99	5.06
isoamyl angelate (9)	11.43	13.35	13.34	6.56
isoamyl tiglate (10)	11.58	13.51	13.57	29.55
pinocarvone (11)	11.98	13.95	14.07	4.60
<i>cis</i> -pinocamphone (12)	12.58	14.54	14.57	0.80
myrtenal (13)	13.33	15.42	15.56	1.00

Table 1. 精油カモミール・ローマン *Anthemis nobilis* のGC-MSによる主要成分の含有率(%) = (化合物のピーク面積) / (化合物のピーク総面積) × 100

Fig.2は精油クラリセージ *Salvia sclarea* のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類はmyrcene(1)、モノテルペンアルコールとしてlinalool(2)、セスキテルペン類は β -caryophyllene(5)、amorpha-4,7-diene(6)が検出された。また、エステル類はlinalool acetate(3)、geranyl acetate(4)が検出された。

Fig.2. 精油カクラリセージ *Salvia sclarea* のGC-MSクロマトグラム

[myrcene(1)、linalool(2)、linalool acetate(3)、geranyl acetate(4)、 β -caryophyllene(5)、amorpha-4,7-diene(6).]

Table.2は精油クラリセージ *Salvia sclarea* に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はlinalool acetate 67.68%、linalool 14.90%、 β -caryophyllene 9.44%、geranyl acetate 4.23%であった。また、amorpha-4,7-diene 2.66%およびmyrcene 1.06%が検出された。

クラリセージの精油の最もすばらしい効能は、スクラレオールという植物ホルモンを有していることである。スクラレオールは卵巣から分泌されるエストロゲンにとっても似た構造をしており、加齢と共に分泌量が少なくなると、更年期のトラブルや不調の原因となる。そのためク

ラリセージは女性の為のアロマオイルとも呼ばれている。また頭痛や生理痛にも作用がある。

Table2. 精油クラリセージ *Salvia sclarea* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
myrcene (1)	5.83	7.37	7.43	1.06
linalool (2)	9.32	11.34	11.32	14.90
linalool acetate (3)	15.35	18.02	18.16	67.68
geranyl acetate (4)	20.72	23.79	23.70	4.23
β -caryophyllene (5)	22.20	25.37	25.36	9.44
amorpha-4,7-diene (6)	24.70	27.79	27.97	2.66

Table2. 精油クラリセージ *Salvia sclarea*のGC-MSによる主要成分の含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.3は精油グレープフルーツ *Citrus paradisi*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene(1)、sabinene(2)、myrcene(3)、limonene(4)、モノテルペンアルコール類はlinalool(5) およびケトン類はnootkatone(6)が検出された。

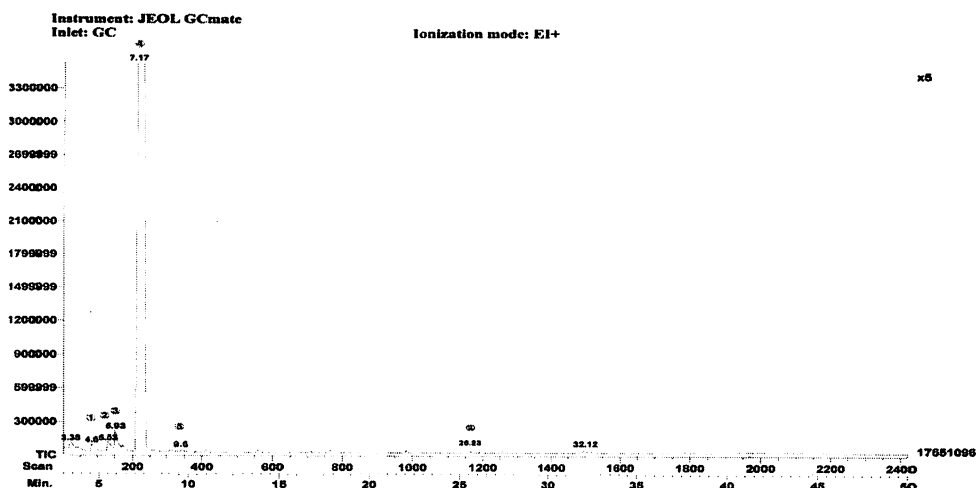


Fig.3. 精油グレープフルーツ *Citrus paradisi*のGC-MSクロマトグラム [α -pinene(1)、sabinene(2)、myrcene(3)、limonene(4)、linalool(5)、and nootkatone(6).]

Table.3は精油グレープフルーツ *Citrus paradisi*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はlimonene 97.28%、myrcene 1.21%、sabinene 0.64%、 α -pinene 0.53%、linalool 0.31%およびnootkatone 0.22%が検出された。

ミカン科のグレープフルーツは果皮から圧搾法で精油が採れる。他のシトラス系の香りに比べて少し甘苦い香りが感じられるが、これはヌートカトンという成分に由来するもので特徴成分である。交感神経を刺激し、脂肪分解の働きを活性化する。グレープフルーツ精油は代謝をアップする働き、利尿を促進する働きがあり、ダイエットだけではなく、むくみにも効果がある。

Table 3. 精油グレープフルーツ *Citrus paradisi* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.60	5.78	5.85	0.53
sabinene (2)	5.53	6.82	6.91	0.64
myrcene (3)	5.93	7.27	7.43	1.21
limonene (4)	7.17	8.65	8.69	97.28
linalool (5)	9.60	11.34	11.32	0.31
nootkatone (6)	26.23	29.53	29.61	0.22

Table.3. 精油グレープフルーツ *Citrus paradisi*のGC-MSによる主要成分の

含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.4は精油サンダルウッド *Santalum album*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりセキステルペン炭化水素類は β -caryophyllene(1)、 β -santalene(2)、*ar*-curcumene(3)、 β -himachalene(4)、 β -sesquiphellandrene(5)、elemol(6)、valerianol(9)であり、セスキテルペンアルコール類は10-*epi*- γ -eudesmol(7)、 γ -eudesmol(8)、7-*epi*- α -eudesmol(10)、 α -santalol(11)、(*Z*)- α -*trans*-bergamotol(12)、(*Z*)-*epi*- β -santalol(13)、 β -santalol(14)、(*Z*)-lanceol(15)が検出された。

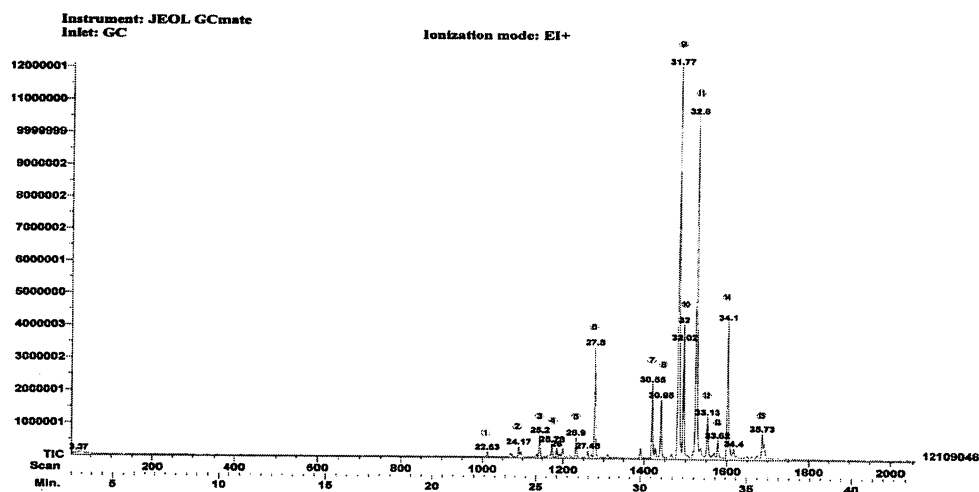


Fig.4. 精油サンダルウッド *Santalum album*のGC-MSクロマトグラム

[β -caryophyllene(1)、 β -santalene(2)、*ar*-curcumene(3)、 β -himachalene(4)、 β -sesquiphellandrene(5)、elemol(6)、10-*epi*- γ -eudesmol(7)、 γ -eudesmol(8)、valerianol(9)、7-*epi*- α -eudesmol(10)、 α -santalol(11)、(*Z*)- α -*trans*-bergamotol(12)、(*Z*)-*epi*- β -santalol(13)、 β -santalol(14)、and(*Z*)-lanceol(15).]

Table.4は精油サンダルウッド *Santalum album*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はvalerianol 27.88%、 α -santalol 24.41%、 β -santalol 9.68%、7-*epi*- α -eudesmol 9.49%、elemol 7.84%、10-*epi*- γ -eudesmol 5.27%、 γ -eudesmol 4.19%であった。また、(*Z*)- α -*trans*-bergamotol 3.01%、(*Z*)-lanceol 1.87%、*ar*-curcumene 0.65%、 β -sesquiphellandrene 1.47%、(*Z*)-*epi*- β -santalol 1.37%、 β -himachalene 0.99%、 β -santalene 0.43%および β -caryophyllene 0.41%が検出された。

インド産サンダルウッドは世界中で、香水や化粧品の原料として使われている。特徴成分は α -santalol、 β -santalolである。深みのある素晴らしい香りには鎮静効果があり、深いリラック

スを導くため宗教儀式や瞑想に利用されてきた。また、アユルヴェーダでは冷却剤や興奮剤、解熱薬、去痰薬、刺激剤、便通の収斂剤として扱われ、古代から万能薬として使われている。

Table 4. 精油サンダルウッド *Santalum album* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
β -caryophyllene (1)	22.63	25.40	25.36	0.41
β -santalene (2)	24.27	27.00	27.05	0.43
α -curcumene (3)	25.20	28.11	27.96	1.65
β -himachalene (4)	25.78	28.71	28.86	0.99
β -sesquiphellandrene (5)	26.90	29.88	29.7	1.47
elemol (6)	27.80	30.82	30.78	7.84
10-epi- γ -eudesmol (7)	30.55	33.67	33.77	5.27
γ -eudesmol (8)	30.95	34.08	34.08	4.19
valerianol (9)	31.77	34.92	35.07	27.88
7-epi- α -eudesmol (10)	32.00	35.16	35.29	9.49
α -santalol (11)	32.60	35.77	35.74	24.41
(Z)- α -trans-bergamotol (12)	33.13	36.31	36.37	3.01
(Z)-epi- β -santalol (13)	33.62	36.81	36.84	1.37
β -santalol (14)	34.10	37.30	37031	9.68
(Z)-lanceol (15)	35.73	38.96	38.94	1.87

Table.4. 精油サンダルウッド *Santalum album*のGC-MSによる主要成分の

含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.5は精油スイートマージョラム *Origanum majorana*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene(1)、sabinene(2)、myrcene(3)、cymene(4)、limonene(5)、terpinene(6)、terpinolene(7)、trans-pinene hydrate(9)およびモノテルペンアルコールとしてlinalool(8)、terpinen-4-ol(10)、neo-dihydro carveol(11)、geraniol(12) が検出された。また、セスキテルペン類は β -caryophyllene(13)、viridiflorene(14)が検出された。

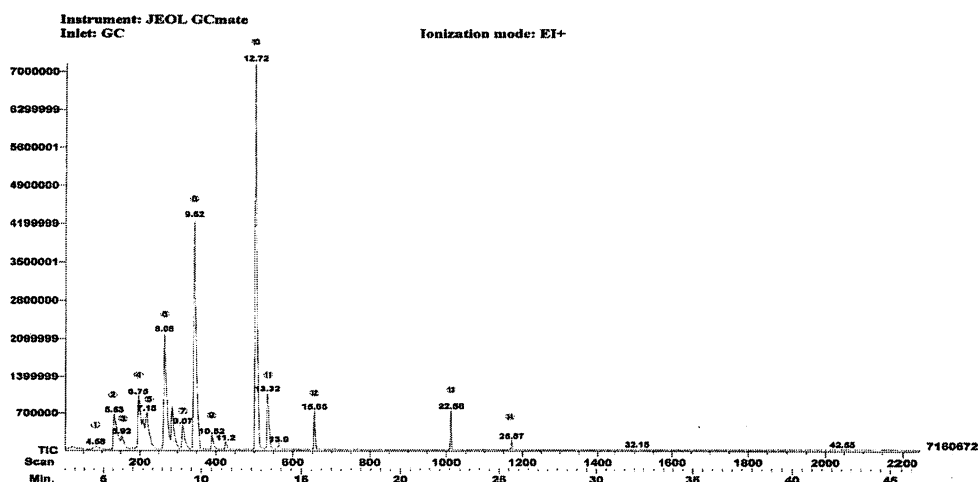


Fig.5. 精油スイートマージョラム *Origanum majorana*のGC-MSクロマトグラム

[α -pinene(1)、sabinene(2)、myrcene(3)、cymene(4)、limonene(5)、terpinene(6)、terpinolene(7)、linalool(8)、trans-pinene hydrate(9)、terpinen-4-ol(10)、neo-dihydro carveol(11)、geraniol(12)、 β -caryophyllene(13)、and viridiflorene(14).]

Table.5は精油スイートマージョラム *Origanum majorana*に含まれる主な化合物についてま

とめて示した。この結果より主成分はterpinen-4-ol 36.16%、linalool 21.62%、terpinene 11.11%、neo-dihydro carveol 5.48%、cymene 5.18%であった。また、 β -caryophyllene 3.80%、limonene 3.60%、sabinene 3.45%、geraniol 2.91%、terpinolene 2.39%、myrcene 1.42%、trans-pinene hydrate 1.42%、viridiflorene 0.97%および α -pinene 0.43%が検出された。

スイートマージョラムは心と身体を温める加温効果が高い精油である。気持ちを鎮める、悲しみや孤独感を慰める、リラックスさせる、不安やストレスからの緊張をゆるめる、寝つきをよくするなどの効果がある。血液の流れをよくするので、筋肉痛、リウマチ痛、腰痛、月経痛などをやわらげる。また、モノテルペンアルコール類のterpinen-4-olは特に抗菌・殺菌・抗ウイルス作用に優れている。

Table 5. 精油スイートマージョラム *Origanum majorana* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.58	5.74	5.85	0.43
sabinene (2)	5.53	6.08	6.91	3.45
myrcene (3)	5.92	7.24	7.43	1.42
cymene (4)	6.75	8.16	8.53	5.18
limonene (5)	7.18	8.63	8.69	3.60
terpinene (6)	8.08	9.64	9.78	11.11
terpinolene(7)	9.07	10.73	10.98	2.39
linalool (8)	9.62	11.34	11.32	21.62
trans -pinene hydrate (9)	10.52	12.33	12.33	1.42
terpinen-4-ol (10)	12.72	14.74	14.66	36.16
neo -dihydro carveol (11)	13.32	15.40	15.47	5.48
geraniol (12)	15.65	17.92	17.95	2.91
β -caryophyllene (13)	22.58	25.34	25.36	3.80
viridiflorene(14)	25.67	28.59	28.68	0.97

Table.5. 精油スイートマージョラム *Origanum majorana*のGC-MSによる主要成分の含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.6は精油ネロリ *Citrus aurantium*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene(1)、 β -pinene(2)、limonene(3)、(*E*)- β -ocimene(4)モノテルペンアルコールとしてlinalool(5)、terpinen-4-ol(6)、dihydro carveol(7)、citronellol(8)、geraniol(9)、(*E*)-nerolidol(12)が検出された。また、セスキテルペン類は2-epi- α -funebrene(10)、 β -caryophyllene(11)エステル類はnerolidyl acetate(13)が検出された。

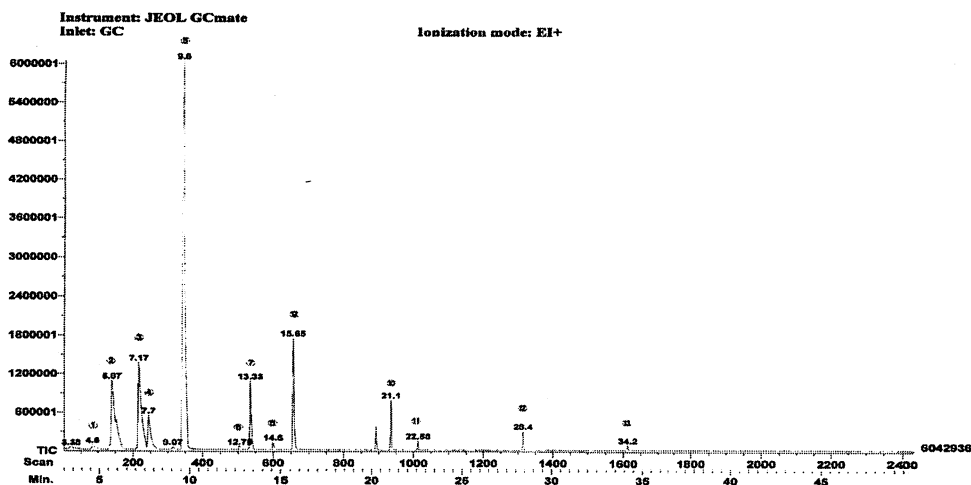


Fig. 6. 精油ネロリ *Citrus aurantium*のGC-MSクロマトグラム

[α -pinene(1)、 β -pinene(2)、limonene(3)、(*E*)- β -ocimene(4)、linalool(5)、terpinen-4-ol(6)、dihydro carveol (7)、citronellol(8)、geraniol(9)、2-epi- α -funebrene(10)、 β -caryophyllene(11)、(*E*)-nerolidol(12)、and nerolidyl acetate(13).]

Table.6は精油ネロリ *Citrus aurantium*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はlinalool 44.26%、geraniol 12.91%、limonene 10.10%、 β -pinene 8.01%、dihydro carveol 8.00%、2-epi- α -funebrene 5.86%、(*E*)- β -ocimene 4.08%であった。また、(*E*)-nerolidol 2.35%、 β -caryophyllene 1.23%、citronellol 1.04%、nerolidyl acetate 0.75%、 α -pinene 0.70%、terpinen-4-ol 0.65%が検出された。

ネロリの精油には鎮静作用や抗うつ作用があるため、心を鎮めてリラックスさせ、平和な感情を呼び戻して精神のショックを鎮める。不眠やストレス性の腸疾患、長期に渡る不安や抑うつ状態などに役だつ、特徴成分であるネロリドールには女性ホルモン作用があるため更年期障害や月経前緊張症などに効果がある。

Table 6. 精油ネロリ *Citrus aurantium*の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.60	5.77	5.85	0.70
β -pinene (2)	5.67	6.96	7.04	8.01
limonene (3)	7.17	8.63	8.69	10.10
(<i>E</i>)- β -ocimene (4)	7.70	9.22	9.42	4.08
linalool (5)	9.60	11.32	11.32	44.26
terpinen-4-ol (6)	12.75	14.77	14.66	0.65
dihydro carveol (7)	13.33	15.41	15.45	8.00
citronellol (8)	14.60	16.79	16.80	1.04
geraniol (9)	15.65	17.92	17.93	12.91
2-epi- α -funebrene (10)	21.10	23.77	23.75	5.86
β -caryophyllene (11)	22.58	25.34	25.36	1.23
(<i>E</i>)-nerolidol (12)	28.40	31.44	31.32	2.35
nerolidyl acetate (13)	34.20	37.40	37.35	0.75

Table.6. 精油ネロリ *Citrus aurantium*のGC-MSによる主要成分の

含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.7は精油フランキンセンス *Boswellia carterii*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene(1)、sabinene(2)、myrcene(3)、phellandrene(4)、limonene(5)モノテルペンアルコールとしてlinalool(6)、geraniol(7)セスキテルペン類は α -cubebene(9)、 α -copaene(10)、 β -elemene(11)、(*E*)-caryophyllene(12)、 α -humulene(13)、 γ -gurjunene(14)、 β -selinene(15)、 γ -amorphene(16)、 γ -cadinene(17)、nootkatone(18)、*epi*- α -cadinol(21)が検出された。また、オキシド類はcaryophyllene oxide(19)およびエステル類はisobornyl acetate(8)、*n*-hexadecane(20)、が検出された。

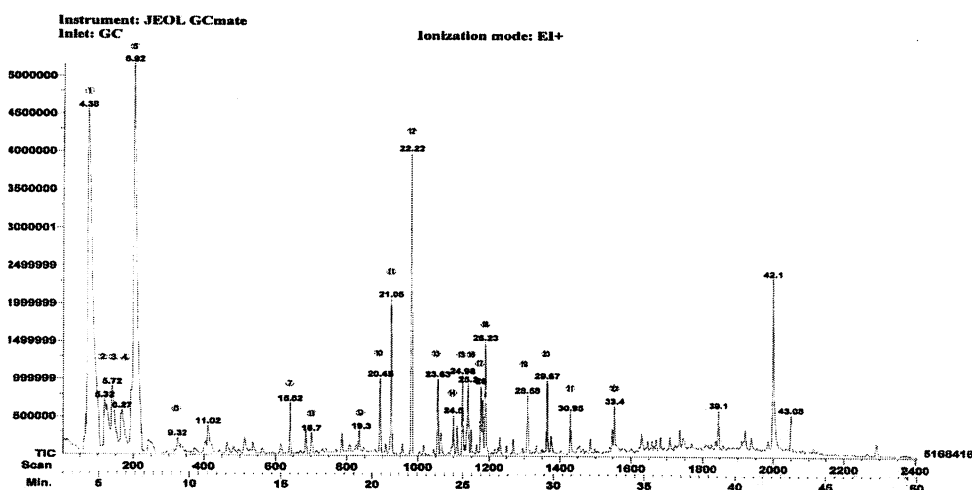


Fig.7. 精油フランキンセンス *Boswellia carterii*のGC-MSクロマトグラム
[α -pinene(1)、sabinene(2)、myrcene(3)、phellandrene(4)、limonene(5)、linalool(6)、geraniol(7)、isobornyl acetate(8)、 α -cubebene(9)、 α -copaene(10)、 β -elemene(11)、(*E*)-caryophyllene(12)、 α -humulene(13)、 γ -gurjunene(14)、 β -selinene(15)、 γ -amorphene(16)、 γ -cadinene(17)、nootkatone(18)、caryophyllene oxide(19)、*n*-hexadecane(20)、*epi*- α -cadinol(21)、and *n*-heptadecane(22).]

Table.7は精油フランキンセンス *Boswellia carterii*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はlimonene 17.58%、 α -pinene 15.51%、(*E*)-caryophyllene 13.58%、 β -elemene 7.07%、nootkatone 5.12%、 β -selinene 3.61%であった。また、 α -copaene 3.47%、 α -humulene 3.47%、 γ -amorphene 3.20%、*n*-hexadecane 3.14%、myrcene 3.08%、caryophyllene oxide 2.74%、 γ -cadinene 2.55%、sabinene 2.48%、*n*-heptadecane 2.29%、phellandrene 2.00%およびgeraniol 1.99%、*epi*- α -cadinol 1.97%、 γ -gurjunene 1.83%、 α -cubebene 1.14%、isobornyl acetate 1.01%、linalool 0.77%が検出された。

フランキンセンスの歴史は香料の中でも最も古く、紀元前4000年前には既に使われていた。人々の願いを届けるものとして今日でも教会でフランキンセンスがたかかっている。フランキンセンスの香りは瞑想を助ける鎮静作用には、不安、強迫観念、緊張、抑うつなどの状態をやわらげる効果がある。抗菌作用は呼吸器系の感染症に効果があり、また、収斂作用や皮膚細胞促進作用は、しわやたるみの予防や回復に有効である。

Table 7. 精油フランキンセンス *Boswellia carterii* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.38	5.70	5.85	15.51
sabinene (2)	5.32	6.79	6.91	2.48
myrcene (3)	5.72	7.25	7.43	3.08
phellandrene (4)	6.27	7.88	7.85	2.00
limonene (5)	6.92	8.62	8.69	17.58
linalool (6)	9.30	11.32	11.32	0.77
geraniol (7)	15.52	17.85	17.95	1.99
isobornyl acetate (8)	16.70	19.49	19.48	1.01
α -cubebene (9)	19.30	22.30	22.33	1.14
α -copaene (10)	20.45	23.51	23.49	3.47
β -elemene (11)	21.05	24.14	24.15	7.07
(E)-caryophyllene (12)	22.22	25.37	25.36	13.58
α -humulene (13)	23.63	26.84	26.82	3.47
γ -gurjunene (14)	24.50	27.75	27.8	1.83
β -selinene (15)	24.98	28.24	28.37	3.61
γ -amorphene (16)	25.30	28.57	28.63	3.20
γ -cadinene (17)	26.00	29.29	29.35	2.55
nootkatone (18)	26.23	29.53	29.61	5.12
caryophyllene oxide (19)	28.58	31.92	32.16	2.74
n-hexadecane (20)	29.67	33.02	32.89	3.14
epi- α -cadinol (21)	30.95	34.30	34.38	1.97
n-heptadecane (22)	33.40	36.72	36.74	2.29

Table 7. 精油フランキンセンス *Boswellia carterii*のGC-MSによる主要成分の含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.8は精油ベルガモット *Citrus bergamia*のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン炭化水素類は α -pinene(1)、sabinene(2)、limonene(3)、 γ -terpinene(4)モノテルペンアルコール類としてlinalool(5)およびエステル類はlinalool acetate(6)が検出された。

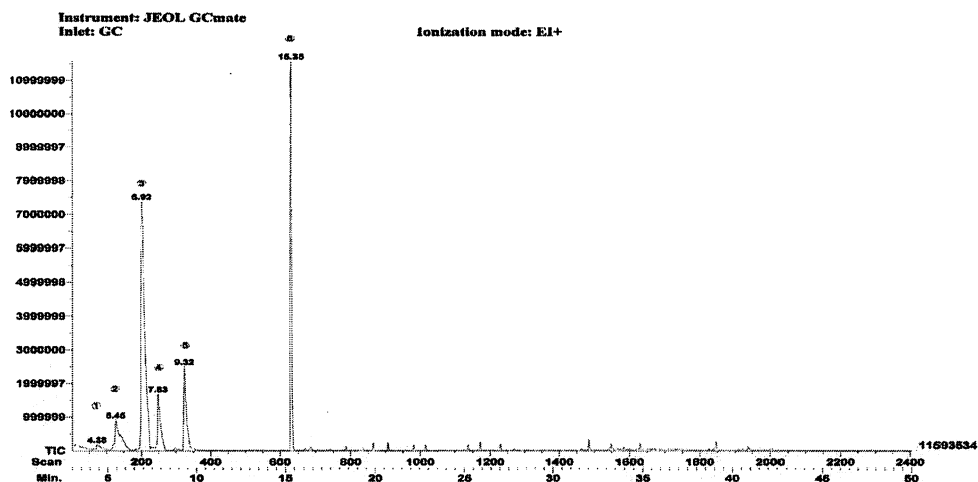
Fig.8. 精油ベルガモット *Citrus bergamia*のGC-MSクロマトグラム
[α -pinene(1)、sabinene(2)、limonene(3)、 γ -terpinene(4)、linalool(5)、and linalool acetate(6).]

Table.8は精油ベルガモット *Citrus bergamia*に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はlinalool acetate 47.81%、limonene 30.40%、linalool 10.31%、 γ -terpinene 6.95%であった。また、sabinene 3.76%、 α -pinene 0.75%が検出された。

ベルガモットは果皮から精油を採取し、フレッシュな香りをもつためオーデコロンを中心に

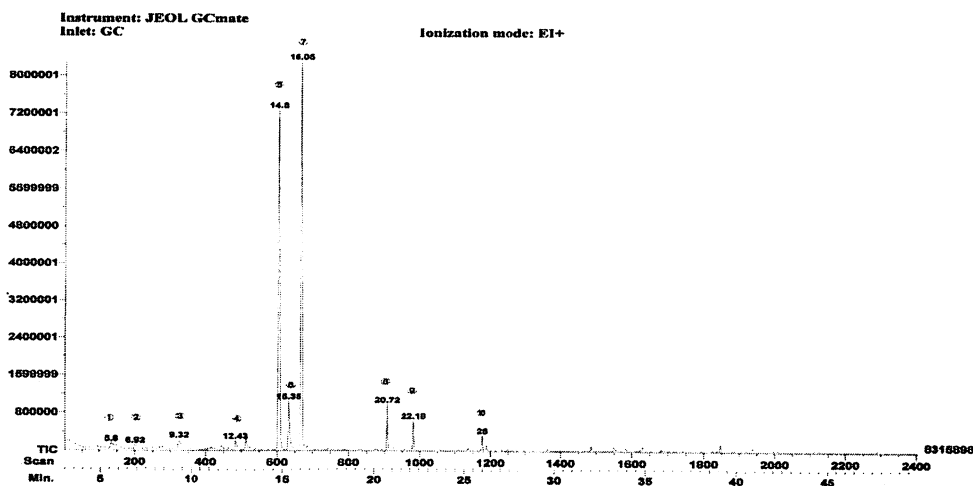
古くから香水に使用される。香りには鎮静作用と抗うつ作用、気分を明るくし、不安、抑うつ、緊張、精神疲労、不眠などに大きな効果があり、食欲を調整する作用があり、殺菌作用も強く、呼吸器系や泌尿器系の感染などに有効である。

Table 8. 精油ベルガモット *Citrus bergamia* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.38	5.70	5.85	0.75
sabinene(2)	5.45	6.94	6.91	3.76
limonene (3)	6.92	8.62	8.69	30.40
γ -terpinene (4)	7.83	9.66	9.78	6.95
linalool (5)	9.32	11.34	11.32	10.31
linalool acetate (6)	15.35	18.02	18.16	47.81

Table 8. 精油ベルガモット *Citrus bergamia* のGC-MSによる主要成分の含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.9は精油レモングラス *Cymbopogon citratus* のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン類は β -pinene(1)、limonene(2)、linalool(3)、(*E*)-isocitral(4)、neral(5)、geranial(7)セスキテルペン類は(*E*)-caryophyllene(9)、 γ -cadinene(10)が検出された。また、エステル類はlinalool acetate(6)、geranyl-acetate(8)が検出された。

Fig.9. 精油カレモングラス *Cymbopogon citratus* のGC-MSクロマトグラム

[β -pinene(1)、limonene(2)、linalool(3)、(*E*)-isocitral(4)、neral(5)、linalool acetate(6)、geranial(7)、geranyl-acetate(8)、(*E*)-caryophyllene(9)、and γ -cadinene(10).]

Table.9は精油レモングラス *Cymbopogon citratus* に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はgeranial 43.07%、neral 37.70%、linalool acetate 5.44%、geranyl-acetate 5.07%であった。また、(*E*)-caryophyllene 3.34%、 γ -cadinene 1.71%、linalool 1.18%、(*E*)-isocitral 1.07%、 β -pinene 0.78%およびlimonene 0.59%が検出された。

レモングラスは南アジアに広く分布するイネ科の植物である。インドでは古来から解熱や感染症の殺菌に用いられたと言われている。消化器系に有効であり、ストレス性腸炎、消化不良、

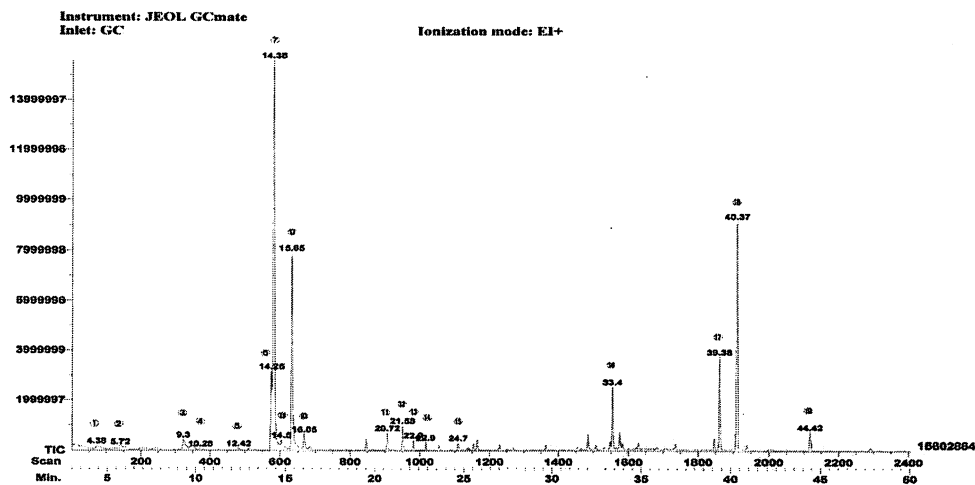
食欲不振に効果がある。また、虫が嫌う主要成分シトラールを含むことから、虫除けにも効果がある。

Table 9. 精油レモングラス *Cymbopogon citratus* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
β -pinene (1)	5.60	6.90	7.04	0.78
limonene (2)	6.92	8.62	8.69	0.59
linalool (3)	9.32	11.34	11.32	1.18
(E)-isocitral (4)	12.43	14.81	14.82	1.07
neral (5)	14.80	17.42	17.32	37.70
linalool acetate (6)	15.35	18.02	18.16	5.44
geranial (7)	16.05	18.78	18.62	43.07
geranyl-acetate (8)	20.72	23.79	23.7	5.07
(E)-caryophyllene (9)	22.18	25.33	25.36	3.34
γ -cadinene (10)	26.00	29.35	29.35	1.71

Table 9. 精油イレモングラス *Cymbopogon citratus* のGC-MSIによる主要成分の含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

Fig.10は精油ローズオットー *Rosa damascena* のGC-MSのクロマトグラムを示した。この結果よりモノテルペン類は α -pinene(1)、myrcene(2)、linalool(3)、terpinen-4-ol(5)、citronellol(6)、neral(8)、geraniol(9)、geranial(10)、セスキテルペン類は(E)-caryophyllene(13)、 α -guaiene(14)、amorph-4,7-diene(15)が検出された。また、オキシド類はtrans-rose oxide(4)、エーテル類はmethyl eugenol(12)、エステル類はgeranyl acetate(11)、脂肪酸アルコール類n-hexadecanol(17)アルカン類n-heptadecane(16)、n-nonadecane(18)、eicosane(19)が検出された。

Fig.10. 精油カローズオットー *Rosa damascena* のGC-MSクロマトグラム

[α -pinene(1)、myrcene(2)、linalool(3)、trans-rose oxide(4)、terpinen-4-ol(5)、citronellol(6)、cis-sabinene hydrate acetate(7)、neral(8)、geraniol(9)、geranial(10)、geranyl acetate(11)、methyl eugenol(12)、(E)-caryophyllene(13)、 α -guaiene(14)、amorph-4,7-diene(15)、n-heptadecane(16)、n-hexadecanol(17)、n-nonadecane(18)、and eicosane(19).]

Table.10は精油ローズオットー *Rosa damascena* に含まれる主な化合物についてまとめて示した。この結果より主成分はcitronellol 32.69%、n-nonadecane 19.25%、geraniol 16.59%、n-

hexadecanol 7.86%、*cis*-sabinene hydrate acetate 6.65%、*n*-heptadecane 5.35%であった。また、methyl eugenol 2.06%、eicosane 1.56%、geranyl acetate 1.46%、geranial 1.35%、linalool 0.92%、neral 0.88%、(*E*)-caryophyllene 0.87%、 α -guaiene 0.67%、amorpha-4,7-diene 0.64%、 α -pinene 0.40%、myrcene 0.33%、terpinen-4-ol 0.20%および*trans*-rose oxide 0.17%が検出された。

古くから女性を魅了し続けてきたローズの香りは、数ある精油の中で最も美しく、最も魅惑的なものと言われている。ローズオットーはダマスクローズの花から水蒸気蒸留法で抽出される精油である。華やかなバラのうっとりとする甘い香りは精神面に対する鎮静作用、緩和作用、高揚作用によりストレス、情緒不安定、不安、悲観を和らげ、安定と安らぎを取り戻し心を明るく高揚させる。身体に対しては女性の生殖器系の不調に役立つといわれている。月経前緊張症、月経前症候群（PMS）、月経不順、月経過多、少量月経などの月経に関するあらゆる症状に有効である。肌への美肌効果は高く、すべての肌質に適している。キメを整え、ハリを持たせ炎症を鎮める働きがある。

Table 10. 精油ローズオットー *Rosa damascena* の成分

化合物	Rt(min)	補正Rt(min)	文献Rt(min)	含有率(%)
α -pinene (1)	4.38	5.70	5.85	0.40
myrcene (2)	5.72	7.25	7.43	0.33
linalool (3)	9.30	11.32	11.32	0.92
<i>trans</i> -rose oxide (4)	10.28	12.42	12.45	0.17
terpinen-4-ol (5)	12.42	14.80	14.66	0.20
citronellol (6)	14.38	16.96	16.80	32.69
<i>cis</i> -sabinene hydrate acetate (7)	14.25	16.82	16.62	6.65
neral (8)	14.80	17.42	17.32	0.88
geraniol (9)	15.65	17.93	17.95	16.59
geranial (10)	16.05	18.78	18.62	1.35
geranyl acetate (11)	20.72	23.79	23.70	1.46
methyl eugenol (12)	21.58	24.70	24.75	2.06
(<i>E</i>)-caryophyllene (13)	22.20	25.35	25.36	0.87
α -guaiene (14)	22.90	26.08	26.20	0.67
amorpha-4,7-diene (15)	24.70	27.95	27.97	0.64
<i>n</i> -heptadecane (16)	33.40	36.72	36.74	5.35
<i>n</i> -hexadecanol (17)	39.38	42.49	43.03	7.86
<i>n</i> -nonadecane (18)	40.37	43.42	43.92	19.25
eicosane (19)	44.42	47.18	47.33	1.56

Table.10. 精油ローズオットー *Rosa damascena*のGC-MSによる主要成分の含有率(%)=(化合物のピーク面積)/(化合物のピーク総面積)×100

4. 要約および考察

以上の10種類の精油をGC-MSを用いて分析を行った。本研究の結果では、大部分の精油はモノテルペン類、セスキテルペン類が多く含まれていることが分かった。また、エステル類、ケトン類およびオキシド類などが検出された。Table.11は各精油の検出された主成分およびこれらの作用についてまとめて示した。

Table.11. 精油10種類の代表的な成分および主な作用

学名	主成分	主な作用
<i>Anthemis nobilis</i>	isobutyl angelate, isoamyl tiglate, isoamyl angelate	催眠, 鎮静, 抗炎症, 強壮, 鎮痛作用, 月経を整える
<i>Salvia sclarea</i>	linalool acetate, linalool, sclareol, β -caryophyllene	鎮痛, 鎮静, 鎮痙, ホルモン調節, 免疫賦活作用
<i>Citrus paradisi</i>	limonene, myrcene, nootkatone	鎮静, 殺菌, 消化促進, 消毒, 利尿作用, リンパ系清浄
<i>Santalum album</i>	Valerianol, α -santalol, β -santalol, 7-epi- α -eudesmol	抗うつ, 抗炎症, 細胞成長促進, 収斂, 利尿, 殺菌作用
<i>Origanum majorana</i>	terpinen-4-ol, linalool, terpinene, β -caryophyllene	鎮静, 去痰, 血圧降下, 血行促進, 鎮痛作用
<i>Citrus aurantium</i>	Linalool, geraniol, limonene, β -pinene, (<i>E</i>)-nerolidol	鎮静, 抗炎症, 抗菌, ホルモン調節, 細胞成長促進作用
<i>Boswellia carterii</i>	Limonene, α -pinene, (<i>E</i>)-caryophyllene, β -elemene	抗うつ, 鎮静, 去痰, 抗炎症, 細胞成長促進作用
<i>Citrus bergamia</i>	Geraniol, limonene, linalool, γ -terpinene, (<i>E</i>)-caryophyllene	抗うつ, 殺菌, 消化促進, 鎮痙, 利尿作用
<i>Cymbopogon citratus</i>	Geraniol, neral, linalool acetate, geranyl acetate	鎮静, 強壮, 殺菌, 収斂, 胆汁促進作用
<i>Rosa damascena</i>	Citronellol, <i>n</i> -nonadecane, geraniol, <i>n</i> -heptadecane	抗うつ, 鎮痛, 抗炎症作用, 月経を整える

本研究の結果では、モノテルペン炭化水素類のlimoneneは柑橘類のグレープフルーツ、ベルガモット、フランキンセンスおよびネロリの精油から多く検出された。また α -pineneはフランキンセンスの精油から β -pineneはネロリの精油から多く検出された。

モノテルペンアルコール類のgeraniolはネロリ、ベルガモット、レモングラスおよびローズオットーの精油に多く検出された。linaloolはクラリセージ、スイートマージョラム、ネロリおよびベルガモットの精油から、citronellolはローズオットーの精油から、terpinen-4-olはスイートマージョラムから検出された。

セスキテルペン類の β -caryophylleneはクラリセージおよびスイートマージョラムの精油から、(*E*)-caryophylleneはフランキンセンスおよびレモングラスの精油から多く検出された。 α -santalolおよび β -santalolはサンダルウッドの精油から多く検出された。

ケトン類のpinocarvoneおよびエステル類のisobutyl angelate, isoamyl tiglate, isoamyl angelate, methyl cyclohexylcarboxylateはカモミール・ローマンの精油から多く検出された。また、エステル類linalool acetateはクラリセージおよびベルガモットの精油から多く検出された。

これらの結果より、モノテルペンとセスキテルペンは精油の主成分であることを確認した。また、セスキテルペンは精油中に含まれる存在量はモノテルペンと比較すると、モノテルペンの1/4であることも確認した。

テルペン類化合物はどれも弱い消毒・殺菌作用を持つ。特にモノテルペン類は殺菌作用、抗ウイルス作用、抗炎症作用があり、空気の清浄に適している。鎮静作用もあり、皮膚刺激作用を持つものもある。モノテルペン炭化水素類の α -pineneには殺菌消毒作用があり、limoneneには消化機能を促進し、体を温める作用がある。しかし、最近Neves⁵⁾らは α -pineneの関節炎治療の可能性について報告されている。さらに、Kusuhara⁶⁾らは森林浴などで代表的な香りの成分 α -pineneを含んだ環境下では、マウスに移植したがん細胞の増殖が約40%抑制されることが報告されている。Crowell⁷⁾らはlimoneneの化学的に誘発されたネズミ乳がんモデルラット

で効果的で、無毒な化学予防薬および化学治療薬であることを示した。リモネンの体内代謝産物の抗腫瘍作用も期待される。Geraniolはネロリやローズなどに多く含まれる化合物であり、その鎮痛、興奮、収斂、抗うつ、皮膚弾力回復作用がよく知られている。Carnesecchi^{8~9)}らはgeraniolのヒト大腸がん細胞増殖およびポリアミン合成阻害の報告を行った。GeraniolはDNA合成を調節してヒト結腸腫瘍異種移植への5-フルオロウラシルの有効性を増強することも示した。

モノテルペンアルコール類terpinen-4-olがスイートマージョラムの主成分として含まれる。ティートリーの精油にもこの特徴的な成分が多く含有している。オーストラリア原産のこの植物は先住民族のアボリジニの万能薬として長い歴史をもっているが、最近では細菌や真菌に対する殺菌力、また耐性菌が発生しにくいことから院内感染などへの応用等医薬品の世界でも注目されている。Garozzo¹⁰⁾らはティートリー精油がインフルエンザA/PR/8ウイルスサブタイプH1N1に対して抗ウイルス性作用を有すること、およびその抗ウイルス作用が主に主要活性成分terpinen-4-olの結果であることを示している。ティートリー精油はインフルエンザウイルス感染の治療で有望な薬剤になると期待される。

セスキテルペン化合物は鎮静作用や抗炎症作用がある。たとえば、サンダルウッド精油に含まれる特徴成分のsantalolには抗ウイルス作用や強心作用があり、さまざまな症状を軽減するためにアロマセラピーで広く使用されている。Santalolは薬の鎮静剤のような中枢神経系抑制作用を有することが報告された。Ohmori¹¹⁾らは嗅覚系よりむしろ循環系を介して作用することがあることを示唆し、santalolは呼吸器粘膜を通して血液に吸収されると考えられ、その後その作用を及ぼす。これらの研究結果から、santalolが香水関連の好みで個人差に影響を受けることなく睡眠障害患者に有用である可能性がある結論づけられた。

エステル類のisobutyl angelateを特に含有するカモミール・ローマンはリンゴのような香りは心を落ち着かせて、ストレスや月経前緊張症などの精神面での緩和ケアとして用いられる。花が満開のとき、実が熟しきったとき、最も生産量が高いといわれている。Bail¹²⁾らはisobutyl angelateが黄色ぶどう球菌、大腸菌、鷲口瘡カンジダなどの微生物に対して抗微生物活性を持つことが示された。カモミール・ローマン精油は抗炎症作用もあるのでスキンケアにも幅広く応用されている。

精油の化学成分は虫、病原菌や腐朽菌に対して外敵から身を守る手段の一つとして植物が備えていると考えられている。精油中の各成分が個々に持っている抗菌活性に注目した例が多いが、実際に精油は多種の化合物の混合物である。精油の抗菌活性には複数の化合物の相互作用も関与している可能性が高い。したがって、このような化合物の複合化の相互作用を究明するために今後さらなる研究が期待される。

謝辞

本研究に当り、GC-MSの実験等に適切な御助言御指導を戴きました茨城大学準教授長谷川守文博士に衷心より感謝致します。

また、本研究に当り、終始御指導を賜りました本学教授赤塚尹巳博士に対し心から感謝致します。

参考文献

- 1) Koide, R. T., Suomi, L., Stevens, C. M., McCormick, L.: Interactions between needles of *Pinus resinosa* and ectomycorrhizal fungi. *New Phytol.*, **140**, 539-547(1998).
- 2) Karr, L. L., Coats, J. R.: Insecticidal Properties of *d*-Limonene. *J. Pesticide Sci.*, **13**, 287-290 (1988).
- 3) Jürg, G., Marco, L., Stefan, R., Ildiko, R., Jian, Z. C., Xiang, Q. X., Karl, H. A., Meliha, K., Andreas, Z.: Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proc Natl Acad Sci.*, **105**, 9099-9104 (2008).
- 4) Adams, R.P.: Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy (1989).
- 5) Neves, A., Rosa, S., Gonçalves, J., Rufino, A., Judas, F., Salgueiro, L., Lopes, M.C., Cavaleiro, C., Mendes, A.F.: Screening of Five Essential Oils for Identification of Potential Inhibitors of IL-1-induced NF-kappaB Activation and NO Production in Human Chondrocytes: Characterization of the Inhibitory Activity of alpha-Pinene. *Planta Med.*, **76**(3), 303-308(2010).
- 6) Kusuhara, M., Urakami, K., Masuda, Y., Zangiacomi, V., Ishii, H., Tai, S., Maruyama, K., Yamaguchi K.: Fragrant environment with α -pinene decreases tumor growth in mice. *Biomed res.*, **33**(1), 57-61(2012).
- 7) Crowell, P.L., Lin, S., Vedejs, E., Gould, M.N.: Identification of metabolites of the antitumor agent d-limonene capable of inhibiting protein isoprenylation and cell growth. *Cancer Chemother Pharmacol.*, **31**(3), 205-12(1992).
- 8) Carnesecchi, S., Schneider, Y., Ceraline, J., Duranton, B., Gosse, F., Seiler, N., Raul, F.: Geraniol, a component of plant essential oils, inhibits growth and polyamine biosynthesis in human colon cancer cells. *J Pharmacol Exp Ther.*, **298**(1), 197-200 (2001).
- 9) Carnesecchi, S., Gonçalves, R., Bradaia, A., Zeisel, M., Gosse, F., Poupon, M., Raul F.: Geraniol, a component of plant essential oils, modulates DNA synthesis and potentiates 5-fluorouracil efficacy on human colon tumor xenografts. *Cancer Letters.*, **215**(1), 53-59 (2004).
- 10) Garozzo, A., Timpanaro, R., Bisignano, B., Furneri, P.M., Bisignano, G., Castro A.: In vitro antiviral activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil. *Lett Appl Microbiol.*, **49**(6), 806-808 (2009).
- 11) Ohmori, A., Shinomiya, K., Utsu, Y., Tokunaga, S., Hasegawa, Y., Kamei, C.: Effect of santalol on the sleep-wake cycle in sleep-disturbed rats. *Nihon Shinkei Seishin Yakurigaku Zasshi.*, **27**(4), 167-171(2007).
- 12) Bail, S., G. Buchbauer, L. Jirovetz, Z. Denkova, A. Slavchev, S. Alben, S. Erich, and M. Geissler.: Antimicrobial activities of roman chamomile oil from france and its main compounds. *J Essential Res.*, **21**(3), 283-286 (2009).